

Elección coherente de los formatos de digitalización de la documentación del paciente

Juan Manuel RAMOS-LÓPEZ
Hospital Universitario Ramón y Cajal
jramos.luc@salud.madrid.org

[Metadata, citation and similar papers](#)

al de Revistas Científicas Complutenses

Hospital Universitario Ramón y Cajal
mcuchi.hrc@salud.madrid.org

Domingo SÁNCHEZ RUIZ
Hospital Universitario Ramón y Cajal
dsanchez.hrc@salud.madrid.org

Recibido: marzo 2010

Aceptado: junio 2010

RESUMEN: Actualmente en la gestión de pacientes en el entorno Hospitalario se está implantando la digitalización de documentos, para plasmar los consentimientos con sus firmas, anotaciones manuscritas, etc. Debemos tener conocimientos informáticos en cuanto a píxeles, resoluciones, compresión, etc., para escoger acertadamente la tecnología de almacenamiento.

El sistema de gestión documental está compuesto por una base de datos SQL donde se almacenan los descriptores de las imágenes capturadas. El aplicativo está desarrollado en tecnología Web mostrando las imágenes embebidas en la misma ventana. Los escáneres utilizados para obtener los documentos digitalizados permitían configurar por software perfiles con las características de almacenamiento de los archivos TIFF. Se analizaron los errores del formato de almacenamiento informático mediante herramientas de software libre. Se comprobaron 127461 documentos con una media de 2 páginas (desviación estándar 2) y con un porcentaje de errores en compresión o resolución del 1,9%. El tipo de errores estaba relacionado con el tipo de documento y su complejidad (prueba chi-cuadrado $p < 0,001$). Una vez aplicadas las herramientas informáticas para subsanar esto, se redujo el tamaño del archivo en un 23,88%. La mayoría de los documentos se adaptaban a los perfiles predefinidos de digitalización, sin producirse resoluciones ni compresiones incoherentes. Los errores se producían en documentos que precisaban manipulación por agregar o rotar páginas. Dada la limitación del espacio de disco de los servidores, se implantaron mecanismos automáticos para la corrección de los formatos de archivado en función del tipo de documentos. Esto permitió el ahorro en el recurso tiempo, humano, técnico y económico.

Palabras clave: Tecnología e Innovación en Salud; Procesamiento Automatizado de Datos; Bibliotecas Digitales; Sistemas de Información en Hospital

Consistent choice of formats for digitizing documentation of patient

ABSTRACT: Document scanning is being implemented currently in the management of patients in the hospital environment to translate the document with signatures, handwritten notes, etc. We must have computer knowledge in terms like pixels, resolutions, compression, etc, to choose correctly the storage technology. The document management system has a SQL database to store the descriptors of the captured

images. The applicative Web technology is developed showing the images embedded in the same window. The scanners used for digitizing documents can set software profiles with the storage features of TIFF files. Format errors in resulting files were analyzed using free software utilities for processing Tiffs. 127,461 documents were checked with an average of 2 pages (standard deviation 2) and with an error rate in compression or resolution of 1.9%. The types of errors was related to the document type and complexity (chi-square $p < 0.001$). Once applied the tools to repair this, the file size reduced by 23.88%. Most documents were adapted to predefined scanning profiles without producing inconsistent resolutions or compressions. The errors were in handling documents happened by adding or rotate pages. Given the limited servers disk space, automated tasks were implanted for repair of file formats according the type of documents. This made possible savings in time and human, technical and economic resources.

Keywords: Technology and Innovation Management; Automatic Data Processing; Digital Libraries; Hospital Information Systems.

1. INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI la tecnología multimedia está presente en el entorno hospitalario, siendo un elemento común en los registros electrónicos clínicos, tareas de enfermería y otras áreas relacionadas con la salud del paciente. Pero muchos de los pasos previos para gestionar los pacientes, e incluso en toma de decisiones importantes referentes a su salud, precisa todavía soporte papel, donde se plasman firmas, autorizaciones, anotaciones importantes, etc.

Con el fin de aunar los esfuerzos hacia los soportes informáticos y las múltiples ventajas que ello conlleva, una de las apuestas, más seguras y válidas es la digitalización de los documentos.

Las aplicaciones de gestión documental multimedia, han revolucionando la forma de trabajo, su organización y recuperación de la información. Ahora se integran en un mismo sistema tanto el documento plasmado como en su estado original, tanto como la información que contiene.

El convertir los documentos en soporte tradicional a un sistema de información electrónica, conlleva a tomar dos decisiones: una de carácter técnico, con el fin de acertar en la tecnología a utilizar, y otra decisión, no menos complicada, con la elección de los campos que confirmarán la base de datos para su descripción e indización. Además debemos tener en cuenta el objetivo final de la digitalización, los usuarios finales, y los recursos técnicos e informáticos con que contamos. Es necesario hacer una previsión de futuro en cuanto al espacio en dispositivos de almacenamiento necesario para el crecimiento continuo de los ficheros.

Respecto a la decisión técnica de elegir el formato del fichero gráfico, se debe realizar previamente un análisis de las aplicaciones existentes en nuestro entorno con el fin de compatibilizar la información. En nuestro Hospital una de los aplicativos con una larga tradición de soporte de imágenes es “Cajal”. Este software además de ser una herramienta integradora de la documentación clínica del paciente, permite la incorporación de imágenes en formato TIFF para completar el proceso asistencial del enfermo.

Pero para ello antes de implantar esta tecnología, es necesario que los responsables tengan conocimiento de conceptos informáticos como la resolución, compresión o el formato, para facilitar la toma de decisiones previas a la captación de estas imágenes.

El primer concepto a aclarar es el píxel. Cada imagen esta formada por la combinación de unos valores de color y brillo en una posición determinada que se registran numéricamente en un sistema binario. Un número binario se compone de dos dígitos, el 0 y el 1, denominados bit. El número de combinaciones posibles para establecer el color será 2 elevado a la n, donde n es el número de bits. Un fichero de 2 elevado a la 4 bits dará como resultado 16 tonos de color y uno de 8 bits data como resultado 256 tonos (el 0 negro y el 255 el blanco). Con esta resolución es imperceptible la transición de grises para el ojo humano.

Otro concepto a aclarar es la resolución del fichero, refiriéndose a la cantidad o densidad de píxeles que forman el fichero de la imagen y al número de colores. Cuanto mayor es el número de píxeles, obviamente es mayor el tamaño del archivo. Se piensa, de manera equivocada, que los recursos informáticos son ilimitados y siempre ampliables, por lo tanto, es conveniente tener este punto claro para evaluar la necesidad real y proporcionar el tamaño del archivo adecuado a su calidad.

La máxima resolución no siempre es la mejor, puesto que penalizan a los programas y equipos informáticos trabajando más lentos, ya que deben realizar cálculos más complejos y saturan la memoria de los mismos. Para ello tendremos en cuenta el dispositivo de salida (el monitor y la impresora) que determinan las dimensiones a las cuales se reproducirá la imagen.

Uno de estos dispositivos de salida es la pantalla. Su resolución influye en el tamaño del fichero que intentamos representar, por lo que bastaría que la resolución de la imagen fuese similar a resolución del monitor. Si el dispositivo de salida es la impresora el tamaño óptimo dependerá del número de puntos de tinta que la impresora inyecta por pulgada. En imágenes en color cada píxel necesita tres o cuatro puntos de tinta para adquirir su color.

Por lo tanto la resolución óptima de un formato impreso iría desde 200 puntos por pulgada para documentos claramente legibles hasta 400 puntos por pulgada en aquellos que se precise una calidad de visionado o impresión superior.

Una decisión importante a la hora de elegir un sistema de archivado de imágenes para plasmar el contenido fehaciente del documento original, es el formato del fichero de la imagen. Existen formatos sin pérdida de calidad y con pérdida a la hora de establecer la compresión. Esta compresión es necesaria puesto que los archivos de imagen ocupan mucho espacio y como hemos mencionado anteriormente, los recursos informáticos no son ilimitados.

Entre los formatos de fichero que permiten almacenar imágenes sin pérdida de calidad está el formato TIFF (Tagged Image File Format), que se ha convertido en un estándar para almacenar imágenes optimizadas y de alta calidad dada su flexibilidad y capacidad para guardar en un mismo fichero varias imágenes junto

con las correspondientes cabeceras informativas (tamaño, resolución, escala de colores, algoritmo de compresión en su caso, etc.).

Entre las rutinas de compresión disponibles dentro del formato TIFF estándar se encuentra llamada LZW (Lempel-Ziv Welch) que apenas deteriora la calidad y se destacan por su rapidez y eficacia para las imágenes de mayor resolución en escala de grises.

La compresión CCITT Groupe IV (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) aumenta la rapidez de consulta de los ficheros y es suficiente para los documentos de resolución normal. Tiene una profundidad de 1 bit por píxel ideal para gráficos lineales en blanco y negro, como pueden ser los documentos de texto mecanografiados.

Por último entre los formatos con pérdida de calidad para guardar comprimida una imagen en un fichero TIFF encontramos el JPEG. Tiene una gran capacidad de compresión pudiendo comprimirse hasta una décima parte de su tamaño sin que el ojo sea capaz de apreciarlo.

En nuestro caso las páginas de texto son digitalizadas a modo de imagen para convertirlas en pruebas fehacientes del documento original con sus firmas y demás anotaciones manuscritas. El inconveniente es que no se puede realizar tratamiento del contenido, siendo imprescindible la indexación mediante palabras clave asociadas a estas imágenes y almacenadas en una base de datos SQL.

Dada la importancia legal de estos documentos es importante establecer una prevención y detección de los errores. Alguno de estos errores son fácilmente perceptibles puesto que son resultado de no adaptarse a los valores tabulados de algunos campos como: Nombres de Servicios Clínicos, fechas imposibles o incoherentes, datos no numéricos en campos numéricos, etc. Pero otros errores solamente pueden obtenerse mediante herramientas tecnológicas que exploren los archivos digitales informáticamente, y nos proporcionan características como el formato, su resolución, compresión, bits a utilizar, etc.

En este artículo se describen los resultados de un estudio ideado para analizar los errores cometidos al digitalizar los documentos de la gestión de pacientes, respecto al formato de compresión y resolución, así como su relación con el factor manipulación manual de las imágenes, el número de páginas o el tipo de documento elegido a escanear. Además se describen las características de dichos documentos para una corrección automática a posteriori.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El sistema de gestión documental está compuesto por una base de datos textual en donde se almacena los descriptores de las rutas de los ficheros de las imágenes; cuando se recupera la información mediante un aplicativo Web las imágenes aparecen embebidas dentro de la misma pantalla que la información textual. Se decidió implementar esta tecnología en lugar de invocar las imágenes mediante un

enlace adicional, con el fin de agilizar el tratamiento de la información en la misma ventana de visualización.

Se decidió utilizar software libre para disminuir costes de implantación y por su flexibilidad inherente. El software de servicios Web que soporta el aplicativo es Apache versión 2 como frontal al servidor de aplicaciones Java Tomcat versión 4, ambos residiendo en el mismo equipo servidor con sistema operativo Debian GNU/Linux 4.0 estable. La base de datos elegida fue MySQL versión 5.0 sobre otro equipo servidor también con sistema operativo Debian GNU/Linux 4.0 estable.

En las estaciones dispuestas para el proceso de digitalización se instaló un escáner de Fujitsu modelo fi-5120C situado en 4 puestos.

El software utilizado en estas estaciones de escaneo es Scan All Pro versión 1.5 con el driver Twain y filtros VRS. Con esta aplicación se permite configurar las opciones de resolución, compresión, directorio y nombre de archivado, escala de grises o color, etc. El conjunto de opciones se guardan en un perfil, de manera que automáticamente cuando se selecciona este grupo de características, se aplican al documento escaneado. El formato del fichero generado siempre es TIFF, elegir un perfil u otro variará las características de resolución, algoritmo de compresión y escala de color con la que se almacena cada imagen dentro del fichero TIFF generado.

Los tres perfiles creados fueron:

- Normal: Utilizado para documentos con soporte en papel blanco y texto normal mecanografía, oscuro o con buena definición, o bien, escritos a mano en tintas que se visualicen bien. Resolución 200 puntos por pulgada (dpi), compresión CCITT, 1 bit, blanco y negro.
- Oscuro: Utilizado para documentos con soporte en papel blanco o de color (que no precisen ser escaneados en color) y texto muy claro o escritos a mano en tintas que no se visualicen bien, así como ecografías, fotografías en blanco y negro, Documento Nacional de Identidad, gráficas en blanco y negro que no se vean bien; en general textos con tonalidades débiles o muy claros. Resolución 400 dpi, compresión LZW, 4 bits, escala de grises.
- Color: Utilizado únicamente para pruebas o fotografías en color. Resolución 400 dpi, compresión LZW, 8 bits, color.

Se evaluaron las características de los documentos con una de las utilidades de manipulación de ficheros TIFF del producto de software libre LibTIFF (en concreto, con la utilidad 'tiffinfo') en su versión 3.8.2, componente de serie del sistema operativo Debian 4 del mismo equipo servidor Web. Los datos a analizar fueron la resolución, los bits utilizados y la compresión. Consideramos un documento erróneo cuando no cumple todas las características definidas en el perfil creado para escanear un tipo de documento concreto. Por ejemplo un parte judicial es un documento mecanografiado, original, con buena calidad de visionado y por lo que se debe escanear con el perfil "normal".

Se clasificaron adicionalmente los documentos en simples (1 sola página) o complejos (de varias páginas) con el fin de medir posteriormente los errores cometidos en cada grupo.

Un mismo tipo de documento no tiene un número constante de páginas, dependiendo de la información que considere relevante el usuario a la hora de digitalizar.

Con el fin de disminuir las variables que pudiesen influir en los resultados, cada uno de los tipos de documentos fue escaneado por el mismo grupo de personas, garantizando, así, los hábitos de utilización del escáner y el perfil seleccionado. No obstante a cada grupo de personas se les dio instrucciones tanto escritas como verbales, sobre la utilización del software y hardware.

Se realizaron una serie de pequeños programas que llaman a las mencionadas utilidades de manipulación de ficheros TIFF del producto LibTIFF (en concreto 'tiffinfo' y 'tiffcp'). Se programó primero para que revise los documentos que no cumplen unas determinadas condiciones de perfiles anteriormente descritas, y luego para que corrija aquellos errores según los parámetros indicados. Esto permitió despreocuparse un poco por los formatos de compresión y resolución.

3. RESULTADOS

Se estudiaron 127461 documentos repartidos entre 28 tipos de documentos diferentes. Tenían un promedio de 2 páginas por documento (desviación típica 2 páginas) con una moda de 1 página por documento. El número máximo de páginas encontradas en un documento fue de 150 páginas.

La mayoría de los documentos no fueron erróneos. 125046 documentos (el 98,1%) tenían bien los parámetros de compresión y resolución, pero 2415 documentos (el 1,9%) no se ceñían a las definiciones del perfil creado para ellos.

Realizando un estudio sobre la hipótesis que “el cometer un error depende del número de páginas del documento”, observamos que la prueba t-Student da un valor de $p=0,023$, no siendo estadísticamente significativa la diferencia entre estas medias. La media de páginas de los documentos con errores fue de 2,64 páginas (desviación estándar 3,71) mientras los documentos correctos tenían 2,47 páginas de media (desviación estándar 2,25 páginas).

Agrupando los documentos según su complejidad, se encontraron 59901 documentos simples (1 sola página), el 47% del total y 67560 documentos complejos (varias páginas), el 53% del total. Si determina la existencia de una relación entre los documentos de una página y los errores producidos, se observó que la prueba de chi-cuadrado ($p<0,001$) tiene una diferencia estadísticamente significativa entre los documentos de 1 página con errores (301 documentos) respecto a los documentos de varias páginas con errores (2114 documentos).

Se confirmó estadísticamente que existía una relación entre el número de páginas (1 o varias páginas) y el tipo de documento (Test de Pearson Chi cuadrado $p<0,001$).

Analizando los tipos de documentos y sus errores, se decidió rechazar la hipótesis de independencia y concluir que las variables de tipo de documento y errores estaban relacionadas (prueba de chi-cuadrado $p < 0,001$)

El mayor porcentaje de errores se centra principalmente en cuatro tipos de documentos, aquellos que implican manipulación manual por parte del usuario para mejorar la visualización en pantalla. En estos documentos se prefirió rotar al menos alguna de las páginas puesto que los originales tenían distinta orientación cada página.

Si observamos el tipo de documento con mayor número de errores (63,27% del total de los errores) fue los partes de ambulancias de las Urgencias. Luego le siguen los partes de ambulancias de Cex (13,95% del total de errores), las hojas estadísticas con un 7,78% y a continuación las Propuestas de Canalizaciones Recibidas con un 6,46%.

Describiendo los partes de ambulancias de Urgencias encontramos que en total son 7232 documentos con una media de 2,05 páginas (desviación estándar 0,447). En sus originales al menos existen una página en horizontal y otra en vertical, lo que obliga al usuario a la rotación para su correcta visualización en pantalla, rompiéndose así el automatismo de los perfiles que proporciona el escáner, teniendo que grabar posteriormente el documento mediante la acción del usuario que le obliga a fijarse en las configuraciones de resolución y compresión.

La proporción de errores dentro de este tipo de documentos fue del 21,13% (1528 del total de los partes de ambulancias de urgencias)

Los partes de ambulancias CEX tienen una estructura similar existiendo 13182 documentos con una media de 2,14 páginas (desviación estándar 0,63). Su proporción de errores fue del 2,56% (337 del total de los partes de ambulancias de CEX, 13182)

Sin embargo el documento más numeroso escaneado hasta la fecha es la captura de actividad del centro de especialidades con 20308 documentos, cometiéndose únicamente 5 errores, es decir el 0,02% de esos documentos con una media de 5,50 páginas (desviación estándar 1,829). La peculiaridad es que todas las páginas son horizontales y por lo tanto no es precisa su manipulación, dejándose los automatismos que proporciona el escáner.

Una vez aplicada la herramienta Linux "LibTIFF" para corregir la resolución y compresión adecuadas, se observó una reducción del 23,88% del tamaño original (desviación estándar 4,45%). Esta herramienta se aplicó por fases empezando primero por los documentos de ambulancias de urgencias (1528 documentos) que permitió un ahorro de 21 gigabytes solamente corrigiendo un solo tipo de documento.

4. DISCUSIÓN

Los errores y las modificaciones en las configuraciones, surgen cuando un documento es manipulado manualmente, una vez escaneado, bien para añadir páginas

o bien para cambiar la rotación de una página o por cualquier otro motivo que obligue a guardar el documento de forma manual.

Los datos observados nos permiten concluir que los errores cometidos no dependen del número de páginas que contenga el documento. De hecho en el documento con mayor número de páginas no se cometió ningún error de definición de compresión y resolución.

Uno de los motivos por los cuales los documentos monopáginas tienen menos errores es que se adaptan perfectamente a cada uno de los perfiles automáticos del escáner y no precisan manipulación.

Lo que si observamos es que cada tipo de documento tiene un número de páginas aproximado con pequeñas variaciones en su composición. Aquellos tipos de documentos que se basan en múltiples páginas, es más probable que se produzca algún error en sus características de almacenado, pero es debido, como hemos comentado anteriormente, a la probabilidad de que no se adapte a ninguno de los perfiles preconfigurados.

A pesar de la formación, recordatorios, manuales o instrucciones impresas junto al escáner, cualquier intervención humana, sometida adicionalmente a una gran carga de trabajo, conlleva a que se produzcan olvidos en la forma y formato de guardar los documentos. Un valor añadido es el desconocimiento de la importancia de dicha acción, puesto que muchas veces se tiene el concepto que la informática es algo etéreo, no tangible.

Dado que los documentos escaneados son tratados como imágenes y no como documentos a los cuales se les aplica OCR (reconocimiento de caracteres) los visores sin incapaces de distinguir si son horizontales o verticales, lo que obliga a la corrección manual antes de guardarlos para una futura visualización correcta o cómoda.

La decisión de escoger TIFF para nuestro proyecto, se basa en la capacidad el almacenar multipágina, necesidad en nuestro caso para mantener un mismo fichero las distintas páginas que componen un documento. Además de ser una técnica con formato de compresión sin pérdida de calidad, es el tipo de archivos que usa el programa de gestión clínica implantado en nuestro Hospital (“Cajal”).

Respecto al documento originario en papel solamente permitía buscar la información por el único criterio que escogieramos para su archivado. Ahora en el formato digital permite clasificar e indexar por tantos campos como hayamos definido, permitiendo más versatilidad y rapidez a la hora de recuperar los documentos

Además garantiza la no manipulación del documento, puesto que el aplicativo escogido para el almacenamiento y explotación de estos ficheros, no lo permite y además la tecnología TIFF obliga a rescribir el fichero completo si se produce una manipulación del fichero, lo cual dejaría constancia.

El tipo de compresión CCITT fue elegido para los documentos mecanografiados y bien legibles en su formato de papel. Es idóneo por la rapidez de proceso de estos ficheros digitales, además de poder aplicarse al documento mayoritario y ser la configuración por defecto de nuestros escáneres.

La compresión LZW se escogió para aquellos documentos cuyo original tenía problemas de visionado y era preciso aumentar su resolución para una similitud con el original en papel. Para estos documentos digitales se propuso 4 bits, siendo suficiente la información guardada en escala de grises, sin una pérdida apreciable al ojo humano.

La buena administración de sistemas exige un seguimiento de las tareas realizadas por los humanos, permitiendo la corrección de sus actividades, muchas veces en el desconocimiento del buen hacer. Mediante unas simples instrucciones con las herramientas informáticas, permite un gran ahorro del espacio consumido en discos de almacenamiento. Además al minimizar los ficheros, su visualización es más rápida, lo que los tiempos de reacción en la consulta de documentos también se disminuye.

Así pues, se colabora con ahorro en el recurso tiempo, recurso humanos para invertir en esas tareas y recursos económicos, ahorrando la necesidad de adquirir mayores soportes de almacenamiento.

Por lo tanto, las técnicas de digitalización mejoran las condiciones de accesibilidad de los documentos y permiten la simultaneidad de acceso en cualquier parte y horario, gracias a las tecnologías de redes locales o intranets.

5. BIBLIOGRAFÍA.

- Adobe Systems: TIFF 6.0 specification.: 03 Junio 1992, Disponible en "<http://partners.adobe.com/public/developer/en/tiff/TIFF6.pdf>", [Consulta 15 febrero 2010].
- Blesa Malpica, A.: "Registros de enfermería convencional frente a informatizado. Unidad de cuidados críticos". *Enfermería intensiva*, 2004,15/2:53-62.
- Bria, WF.: "Applied Medical Informatics for the Chest Physician Information You Can USE". *Chest*, 2006,129/3:777.
- Costa Campos, A.; FERNÁNDEZ-BOZAL J.: "La imagen digital": *Revista Española Ortodoncia*, 2005,35:255-266.
- Cracknell, A.P.: "Synergy in remote sensing what's in a pixel?", *International Journal Remote Sensing*, 1998,19/11:2025-2047.
- García Caballero, R.; Méndez Rodríguez E.M.: "Nuevas tecnologías y servicios de información gráfica: reflexiones para el profesional de la información ante la digitalización de imágenes fijas", 2009, Disponible en "<http://www.bib.uc3m.es/~mendez/publicaciones/fesabid98/documat98.pdf>", [Consulta 15 febrero 2010].
- Gimeno Perelló, J.: "El usuario de bibliotecas ante los nuevos soportes y los nuevos servicios: el usuario electrónico", *Revista General de Información y Documentación*, 2005,15/2:39-50.
- Herrera, J.L.: "El Libro Antiguo como objeto de Arte y la Digitalización", *Razón y Palabra*, 2005.

- Lorés, J.; Granollers, T.; Perdrix, F: “La Ingeniería de la Usabilidad aplicada al diseño y desarrollo de sitios Web”. *10th International Conference, HCI International 2003*. Creta, Junio 2003
- López Yepes, A.; Sánchez Gay, F.: “Fototecas digitales en prensa: formatos gráficos, entornos y sistemas informáticos”, *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 1994, Junio, 3.
- López-Videla Montaña G.; Rudolph Rojas, M.; Guzmán Zuluaga, C.L.: “Valoración digital de índices de atenuación radiológica de estructuras anatómicas normales y materiales dentales observables en imágenes panorámicas”, *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 2009, Primer semestre, 20/2:119-128.
- Ramos-López, J. M.; Cuchí Alfaro, M.; Sánchez Molano, M.A.: “Archivo de historias clínicas Digitalizado, una solución previa a la Historia Clínica Electrónica”, *Papeles Médicos*, 2009, 18/2:4-10.
- Wamerdam, F.; Kiselev, A.; Friesenhahn, N.; Van Damme, J; Howard, L.: "LibTIFF - TIFF Library and Utilities", página web del proyecto de SW libre disponible en "<http://www.remotesensing.org/libtiff/>" [adaptado a componente del sistema operativo Debian 4.0 stable en "<http://packages.debian.org/etch/libtiff-tool>"]